

УДК 621.785.01

**О. И. Шевченко<sup>1\*</sup>, Г. Е. Трекин<sup>1</sup>, В. Ю. Рубцов<sup>1,2</sup>,  
В. В. Курочкин<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Нижнетагильский технологический институт (филиал) Уральского  
федерального университета, г. Нижний Тагил

<sup>2</sup> ЕВРАЗ Нижнетагильский металлургический комбинат, г. Нижний Тагил

\*shevchenko\_oleg@mail.ru

## ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ РЕЖИМЫ ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ МЕЛЮЩИХ ШАРОВ С ПОЛУЧЕНИЕМ ГАРАНТИРОВАННОЙ ОБЪЕМНОЙ ТВЕРДОСТИ

Представлены экспериментальные данные апробации технологических режимов термической обработки в условиях участка производства мелющих шаров повышенной твердости АО «ЕВРАЗ-НТМК». Условия реализации технологических режимов термической обработки мелющих шаров на новом шаропрокатном участке позволяют получать высокую твердость шаров на марках стали меньшего целевого назначения, что показывает его существенный потенциал.

*Ключевые слова:* термическая обработка, мелющие шары, шаропрокатный стан, нагревательные печи, температурное поле, закалка, поверхностная твердость, объемная твердость.

**O. I. Shevchenko, G. E. Trekin, V. Yu. Rubtsov, V. V. Kurochkin**

## EXPERIMENTAL MODES OF HEAT TREATMENT OF GRINDING BALLS WITH GUARANTEED VOLUMETRIC HARDNESS

Experimental data test of heat treatment are presented in conditions of shop production of increased hardness grinding balls on EVRAZ-NTMK. Conditions for implementation of grinding balls heat treatment technological modes on the new ball rolling shop of JSC „EVRAZ-NTMK“ allows to obtain high grades hardness balls on the steel with lower propties, which shows its significant potential.

**Key words:** thermal treatment, grinding balls, ball-rolling shop, furnace, thermal field, quenching, surface hardness, volume hardness.

Введенный в эксплуатацию шаропрокатный стан «ЕВРАЗ-НТМК» предназначен для производства закаленных мелющих шаров  $\varnothing 60\ldots 120$  мм, 1...5 групп твердости. Особенность подбора режимов термической обработки заключается в их согласовании с параметрами работы стана: ритмом, производительностью и т. п. Моделирование прокатки в программном комплексе DEFORM позволило получить поле температур на поверхности шара в зависимости от калибровки прокатных валков (рис. 1, а). Данные замера температур шаров на выходе из стана (рис. 1, б) показали хорошую сходимость модели на практике.

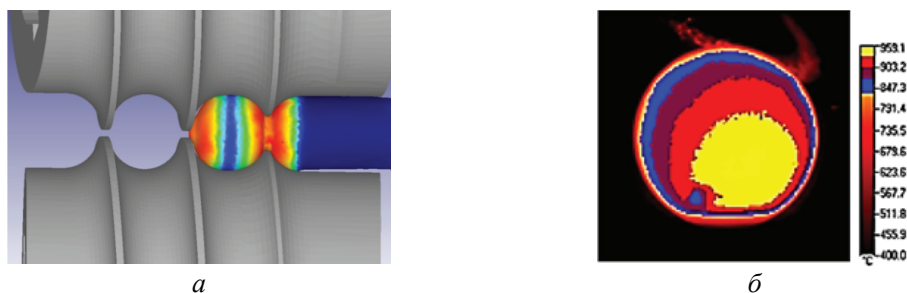


Рис. 1. Температура шара после прокатки:

а — моделирование изменения температурного поля в процессе формообразования шара; б — реальное температурное поле поверхности шара на выходе из стана

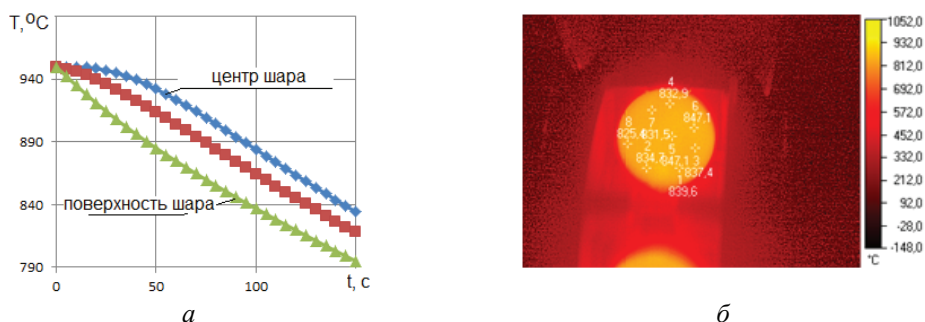


Рис. 2. Выравнивание температуры шара перед закалкой:

а — результаты расчета в SOLID FLOW SIMULATION;  
б — распределение температур после выравнивания

Выравнивание температуры шаров на поверхности и снижение ее до заданных значений (рис. 2, *а, б*) осуществляется на конвейере при транспортировке к задающему лотку закалочной барабанной установки. Возможность получения шаров с гарантированной объемной твердостью исследовалась в сталях марок Ш-3 Г и 75ХГФН. Критерию объемной твердости и поверхностной твердости удовлетворяют режимы, разработанные для стали Ш-3Г: температура перед закалкой 910 °С; температура охладителя 14 °С; время пребывания в закалочном барабане — 10 мин.; температура отпуска — 160 °С.

Таким образом, из всех возможных к изменению параметров были определены два ключевых: время подстуживания перед закалкой и температура охладителя. Условия реализации режимов термической обработки на новом шаропрокатном участке АО «ЕВРАЗ-НТМК» позволяет получать высокую твердость шаров на марках стали меньшего целевого назначения, что показывает его возможный потенциал.